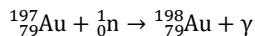


# Gruppenpuzzle | Kernreaktionen

## Gruppe IV : Neutroneneinfang

### Steckbrief: Neutroneneinfang

Kernreaktionen sind physikalische Prozesse, bei denen zwei Nuklide (Atomkerne) miteinander reagieren oder **fusionieren**. Eine in der nuklearen Astrophysik besonders wichtige Kernreaktion ist der **Neutroneneinfang**. Hier ist einer der beiden Reaktionspartner ein **Neutron**. Ein Beispiel für einen Neutroneneinfang ist die folgende Reaktion mit natürlichem Gold (Au-197):

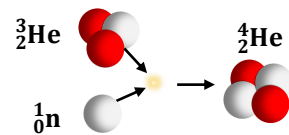


Der Atomkern Au-197 absorbiert also ein Neutron, sodass ein neues Isotop entsteht. Dieses Isotop Au-198 befindet sich in einem hochangeregten Zustand, und gibt seine überschüssige Energie in Form eines Gammaquants (= **Photon**,  $\gamma$ ) ab. Bei Kernreaktionen muss üblicherweise Energie hinzugefügt werden, um die Reaktion zu ermöglichen. Im Gegensatz zu anderen Kernreaktionen ist der Neutroneneinfang allerdings bereits bei sehr niedrigen kinetischen Energien möglich. Man kann auch die **freigesetzte Energie  $\Delta E$**  bei einer Kernfusion wie dem Neutroneneinfang berechnen:

$$\begin{aligned} & \text{Ruheenergie Mutterkern} + \text{Energie des Neutrons} \\ & = \text{Ruheenergie Tochterkern} + \text{freigesetzte Energie} \end{aligned}$$

Oder als Formel:

$$E_0(X) + E(n) = E_0(Y) + \Delta E$$



Helium-3 ist zwar stabil, kann aber mit einem freien Neutron reagieren, sodass Helium-4 entsteht. Dieses hat eine höhere Bindungsenergie pro Nukleon

#### ! In a Nutshell

- ✓ Die Gesamtreaktion lautet allgemein  ${}_Z^AX + {}_0^1n \rightarrow {}_Z^{A+1}Y + \gamma$
- ✓ Tritt auf bei: **Freien Neutronen**
- ✓ Freigesetzte Strahlung: **Photonen**

### Expertenaufgabe | Nuklearer Abfall

Ein erheblicher Anteil der nuklearen Abfälle aus Kernreaktoren entsteht durch Neutroneneinfang in Kernreaktoren. Dabei reagiert der ursprüngliche Kernbrennstoff (meist Uran) mit freien Neutronen, sodass radioaktive Isotope mit noch höheren Massezahlen entstehen. Ein Beispiel dafür ist der (sogar natürlich in extrem geringen Mengen vorkommende) Neutroneneinfang mit **Uran-238**.

- a) Stelle die Reaktionsgleichung auf. Nutze die Erhaltung der Massen- und Kernladungszahl sowie die Nuklidkarte um den Tochterkern zu ermitteln (Die Formel in der Nutshell-Box kann dir helfen).

- b) Berechne die freigewordene Energie  $\Delta E$ . Nutze die folgenden Werte:

$$E_0(\text{U-238}) = 221,70 \text{ GeV} \quad E_0(\text{U-239}) = 222,63 \text{ GeV} \quad E(n) = 1,16 \text{ GeV}$$

### Stammgruppenaufgaben

#### Was du erklären sollst:

- Suche dir ein beliebiges stabiles Nuklid aus und notiere die Reaktionsgleichung für einen Neutroneneinfang. Fasse mithilfe der Gleichung den Neutroneneinfang und seine Eigenschaften kurz zusammen.
- Erkläre, wie man bei einer Fusionsreaktion die Energiebilanz aufstellt.

#### Was du herausfinden sollst:

- Warum kann der Neutroneneinfang auch bei besonders geringen kinetischen Energien stattfinden? Befrage dazu Gruppe 3 und finde heraus, was das „Problem“ bei Kernfusionen ist und was die Coulomb-Barriere ist.